

TRANSLATION FROM GERMAN

EP0054689A1

54) Stabilized Tetrazolium Salt Preparation

57) The object of the invention is a new stabilized preparation of tetrazolium salts for analytical purposes by addition of complex-forming acids soluble in polar solvents, like boric acid or hydroxypolycarboxylic acids, and analytical methods using these preparations.

①



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪ Veröffentlichungsnummer:

**0 054 689
A1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: 81108946.5

⑤ Int. Cl.³: **G 01 N 33/52, G 01 N 33/82**

⑱ Anmeldetag: 27.10.81

③① Priorität: 23.12.80 DE 3048662

⑦① Anmelder: **BOEHRINGER MANNHEIM GMBH,**
Sandhofer Strasse 112-132 Postfach 31 01 20,
D-6800 Mannheim 31-Waldhof (DE)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 30.06.82
Patentblatt 82/26

⑦② Erfinder: **Gelsler, Edda, Dipl.-Ing. grad. Chem., Feldberg**
Strasse 58, D-6800 Mannheim 23 (DE)
Erfinder: **Feuerstein, Helmut, Neue Schulstrasse 55,**
D-6804 Mannheim-livesheim (DE)
Erfinder: **Lange, Hans-Rudolf, Danziger Strasse 3,**
D-6840 Lampertheim (DE)

④④ Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH DE FR GB IT LI LU**
NL SE

⑤④ Stabilisierte Zubereitung von Tetrazoliumsalzen.

⑤⑦ Gegenstand der Erfindung ist eine neue stabilisierte Zubereitung von Tetrazoliumsalzen für analytische Zwecke durch Zusatz von komplexbildenden, in polaren Lösungsmitteln löslichen Säuren wie Borsäure oder Hydroxypolycarbonsäuren und analytische Verfahren unter Verwendung dieser Zubereitungen.

EP 0 054 689 A1

Stabilisierte Zubereitung von Tetrazoliumsalzen

Gegenstand der Erfindung ist eine neue stabilisierte Zubereitung von Tetrazoliumsalzen für analytische Zwecke.

5 Tetrazoliumsalze sind in der analytischen Chemie zum Nachweis reduzierender Stoffe, insbesondere von NADH seit langem bekannt. Die Wasserstoffübertragung wird außer durch Enzyme wie Diaphorase, auch durch 5-Methylphenazinium-methylsulfat (PMS) oder ähnliche Substanzen katalysiert, wobei sich tiefgefärbte Formazane bilden, 10 die einen sehr empfindlichen Nachweis der reduzierenden Substanzen im sichtbaren Licht erlauben. Es sind deshalb entsprechende Verfahren entwickelt worden, eine Reihe von in der analytischen Chemie wichtigen Substanzen über das als Zwischenprodukt gebildete NADH auf diese 15 Art nachzuweisen. Nachteilig ist bei dieser Reaktion, daß sich die Tetrazoliumsalze insbesondere in Lösung relativ leicht zersetzen und farbige Zersetzungsprodukte bilden. Selbst bei Lagerung bei tiefen Temperaturen und Ausschluß von Licht ist deshalb die Stabilität 20 solcher Produkte begrenzt (H.U. Bergmeyer, Grundlagen der enzymatischen Analyse, Verlag Chemie, Weinheim 1977, Seite 91-95 mit weiteren Nachweisen).

25 Es stellte sich deshalb die Aufgabe, Stabilisierungsmittel zu finden, die die Empfindlichkeit der Tetrazoliumsalze gegen höhere Temperaturen und Licht vermindern oder beseitigen, ohne dadurch die

Empfindlichkeit der Nachweisreaktion zu beeinflussen.

Erfindungsgemäß werden stabilisierte Zubereitungen von Tetrazoliumsalzen für analytische Zwecke vorgeschlagen, die 1 - 10 Mol einer komplexbildenden, in polaren
5 Lösungsmitteln löslichen Säure pro Mol Tetrazoliumsalz enthalten. Weitere Merkmale der Erfindung sind in den Patentansprüchen näher gekennzeichnet.

Die üblicherweise verwendeten Tetrazoliumsalze wie
3-(4',5'-dimethyl-thiazolyl-2-)- 2,4-diphenyl-
10 tetrazoliumbromid (MTT)
2-(p-Iodophenyl)- 3-(p-nitrophenyl)- 5-phenyl-tetrazoliumchlorid (INT)
2.2',5.5'-Tetra-(p-nitrophenyl)-3.3'-(3-dimethoxy-4-diphenylen)-ditetrazoliumchlorid (TNBT)
15 2.2'-Di(p-nitrophenyl)-5.5'-diphenyl-3.3'-(3.3'-dimethoxy-4.4'-diphenylen)-ditetrazoliumchlorid (NBT)
2.2'-p-Diphenylen-3.3',5.5'-tetraphenyl-ditetrazoliumchlorid (Neotetrazoliumchlorid) (NT)
2.3.5-Triphenyl-tetrazoliumchlorid (TT)

20 werden üblicherweise als Chloride oder Bromide im Handel angeboten und wurden als solche in bisherige Tests eingesetzt. Eine Vermutung, daß diese Salze in Lösung teilweise hydrolysieren und die Instabilität in irgendeiner Weise damit zusammenhängt, konnte nicht bestätigt
25 werden, da ein Zusatz von üblichen Säuren die Instabilität nicht beseitigt. Übliche starke Säuren wie Toluolsulfosäure, Oxalsäure oder Malonsäure erwiesen sich als wirkungslos.

Überraschenderweise wurde nun gefunden, daß teilweise weniger saure, aber komplexbildende Säuren, wie Borsäure oder organische Hydroxypolycarbonsäuren, beispielsweise Zitronensäure oder Äpfelsäure, einen ganz erheblichen stabilisierenden Effekt sowohl gegen Belastung der Zubereitung durch Temperatur, als auch gegen Belichtung, besitzen. Lösungen einer solchen Zubereitung können beispielsweise mehrere Tage bei Raumtemperatur und Tageslicht aufbewahrt werden ohne sich merklich zu verändern, d.h. ihre Brauchbarkeit für analytische Zwecke zu verlieren. Handelsübliche Zubereitungsformen wie Lyophilisate oder Imprägnierungen auf saugfähigen Trägern (Reagenzstreifen), können nach der erfindungsgemäßen Stabilisierung nach bisherigen Befunden mindestens ein Jahr lang bei Raumtemperatur ohne merkliche Zersetzung aufbewahrt werden.

Da die erfindungsgemäß eingesetzten Stabilisierungsmittel die bisher bekannten Testsysteme, in denen Tetrazoliumsalze als Indikatoren verwendet wurden, nicht stören, kann diese Stabilisierung für alle bekannten Tests eingesetzt werden. Beispielsweise seien der Nachweis von Milchsäure mit Lactatdehydrogenase, Alkohol mit Alkoholdehydrogenase, Glyzerin mit Glyzerindehydrogenase, Glukose mit Glukosedehydrogenase, Acetaldehyd mit Acetaldehyddehydrogenase genannt, sowie weitere Systeme, die sich beispielsweise über die Bildung von H_2O_2 und dessen Reaktion mit Alkohol und Katalase zu Acetaldehyd an das vorstehende System ankoppeln lassen. Darüberhinaus können natürlich auch starke Reduktionsmittel wie beispielsweise Ascorbinsäure

direkt Tetrazoliumsalze zum Formazan reduzieren.

Die erfindungsgemäßen Zubereitungen werden dem
Testsystem üblicherweise als Lösung zugesetzt, für
die längere Lagerung empfiehlt es sich, sie in
5 fester Form, beispielsweise als Lyophilisate, Pulver,
Tabletten oder imprägniert auf saugfähige Träger,
zu verwenden. Solche saugfähigen Träger können gleich-
zeitig an einem kurzen Handgriff befestigt sein,
so daß man sie als Mischstäbchen gemäß DE-OS 25 01 999
10 verwenden kann.

In den folgenden Beispielen sollen einige Anwendungs-
formen der erfindungsgemäßen Zubereitung beschrieben
sein, ohne das dadurch die Erfindung in irgendeiner
Weise begrenzt ist.

Beispiel 1

Reagenzpapier mit 3(4,5-Dimethylthiazolyl-2-)-2,4-diphenyl-tetrazoliumbromid (MTT).

5 Filterpapier (Schleicher u. Schüll Nr. 598) wird mit einer Lösung folgender Zusammensetzung imprägniert und getrocknet.

| | |
|---------------|----------|
| MTT | 0,25 Mol |
| Citronensäure | 0,50 Mol |
| Methanol ad | 1000 ml |

10 Es wird ein citronengelbes Material erhalten, das bei Elution in Wasser eine hellgelbe Lösung mit einem pH von 2,2 ergibt und welches vor Licht geschützt mindestens 1 Jahr bei Raumtemperatur stabil ist.

15 Vergleicht man in analoger Weise hergestellte Reagenzpapiere, die andere Säuren im gleichen molaren Verhältnis an Stelle von Citronensäure enthalten durch Vermessen an einem Remissions-Spektralphotometer (Zeiss DMR 21) zwischen 400 - 700 nm, so ist mit zunehmender Belastungsdauer eine mehr oder weniger ausgeprägte Verfärbung

20 im Bereich 560 - 580 nm zu beobachten, die in nachstehender Tabelle aufgezeigt ist. Das Zersetzungsprodukt ist überwiegend Formazan.

| Säure-Variante (1 Mol Säure auf 0,5 Mol MTT) | pH nach Eluieren in Wasser | % Remission bei 578 nm | | |
|--|----------------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | unbelastet | 12 Wochen bei 25°C | 36 Wochen bei 25°C |
| ohne Säure | 5,5 | 62 | 60 | 42 |
| Weinsäure | 2,1 | 95 | 80 | 52 |
| Salicylsäure | 2,2 | 67 | 64 | 55 |
| Oxalsäure | 1,5 | 85 | 78 | 40 |
| Borsäure | 4,5 | 93 | 91 | 80 |
| Citronensäure | 2,2 | 93 | 90 | 83 |

Beispiel 2

Lactatdehydrogenase (LDH) - Farbtest mit MTT/Diaphorase

Ein Reagenzstreifen von 6 mm Breite und ca. 75 mm Länge, an welchem am unteren Ende 3 voneinander getrennte Bezirke der Fläche 6 x 6 mm befestigt sind und wovon der eine 1,3 mg MTT zusammen mit 1,3 mg Citronensäure, imprägniert auf Filterpapier (3455, Schleicher u. Schüll) aus methanolischer Lösung, der andere 4,8 mg NAD, imprägniert auf das Polyamid/Cellulose-Vlies (VS 532, Binzer) aus wässriger Lösung und ein dritter 0,3 Einheiten Diaphorase, imprägniert auf VS 532 aus 0,05 molarem Tris-Citratpuffer, pH 7 enthält, wird in 2 ml einer 0,1 molaren Tris/HCl-Puffer-Lösung pH 8,0, die 0,5% Detergenz und 40 mmol/l Lactat enthält, eluiert.

Es entsteht eine Reagenzlösung folgender Zusammensetzung:

| | | |
|---|-----------------|------------|
| | Tris/HCl-Puffer | 0,1 mol/l |
| | Detergenz | 0,5% |
| | Lactat | 0,04 mol/l |
| 5 | NAD | 1,5 mmol/l |
| | MTT | 1,5 mmol/l |
| | Diaphorase | 130 U/l |
| | Citrat | 6,0 mmol/l |

10 Zu 2 ml dieser Lösung wird 0,02 ml Serum zupipettiert,
gut gemischt und das Gemisch 3 Minuten bei Raum-
temperatur stehen gelassen.

Die LDH-Enzymreaktion wird dann durch kontinuierliche
Registrierung oder Extinktionsablesungen nach be-
stimmten Zeitintervallen (z.B. alle 60 sec.) gemessen.

15 Ein Jahr bei Raumtemperatur unter Licht- und Feuchtig-
keitsausschluß gelagerte Reagenzstreifen, zeigten mit
frisch hergestellten Reagenzstreifen identische Er-
gebnisse. Die Analyse der Inhaltsstoffe ergab folgende
Werte,bezogen auf 1 Reagenzstreifen,

| 20 | Inhaltsstoff | unbelastet | 6 Monate bei 25°C | 12 Monate bei 25°C |
|----|--------------|------------|-------------------|--------------------|
| | NAD | 4,8 mg | 4,6 mg | 4,0 mg |
| | Diaphorase | 0,3 U | 0,21 U | 0,18 U |
| | MIT | 1,3 mg | 1,3 mg | 1,2 mg |
| | Formazan | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Ein bis auf den Zusatz von Citratpuffer und Citronensäure identisch hergestellter Reagenzstreifen, zeigt folgende Analysenwerte. Bereits bei unbelasteten Papieren stört das aus MTT gebildete Formazan die
5 Messung. Nach Belastung ist eine Messung nicht mehr möglich

Inhaltsstoff unbelastet 6 Monate bei 25°C

| | | | |
|----|------------|--------|--------|
| | NAD | 4,8 mg | 4,6 mg |
| | Diaphorase | 0,3 U | 0,21 U |
| 10 | MTT | 1,2 | 1,0 |
| | Formazan | 0,1 | 0,3 |

Patentansprüche

1. Stabilisierte Zubereitungen von Tetrazoliumsalzen
für analytische Zwecke, dadurch gekennzeichnet, daß
sie 1 - 10, vorzugsweise 1 - 2 Mol einer komplex-
bildenden, in polaren Lösungsmitteln löslichen
5 Säure pro Mol Tetrazoliumsalz enthalten.
2. Zubereitungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die Säure Borsäure oder eine organische Hydroxy-
polycarbonsäure ist.
3. Zubereitungen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-
10 zeichnet, daß die Säure Zitronensäure ist.
4. Zubereitungen nach Anspruch 1 - 3, dadurch gekennzeichnet,
daß das Tetrazoliumsalz MTT, INT oder NBT ist.
5. Zubereitungen nach Anspruch 1 - 4, dadurch gekennzeichnet,
daß die Zubereitung als Lösung, Lyophilisat, oder
15 Imprägnierung auf einem saugfähigen Träger vorliegt.
6. Verfahren zum Nachweis von reduzierenden Stoffen,
mittels Tetrazoliumsalzen und gegebenenfalls üblichen
Aktivatoren wie Diaphorase oder PMS, dadurch gekenn-
zeichnet, daß man dem Testansatz eine stabilisierte
20 Zubereitung gemäß Anspruch 1 - 5 zufügt.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß
man die stabilisierte Zubereitung des Tetrazoliumsalzes
zu einer auf Reaktionsbedingungen gepufferten Lösung

0054689

- 10 -

der übrigen Reagenzien zufügt und anschließend
die Probe zusetzt und die Farbveränderung mißt.

8. Verwendung von Zubereitungen nach Anspruch 1 - 5,
zum Nachweis von NADH, NADH-bildenden Systemen
oder Ascorbinsäure.

5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0054689

EP 81 10 8946

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.) |
|--|---|-------------------|---|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | betrifft Anspruch | |
| X | <u>DE - A - 2 147 466</u> (BOEHRINGER MANNHEIM GmbH) * Seiten 1,2,3; Seite 5, Beispiele 3,4; Ansprüche 1-4 * --- | 1-8 | G 01 N 33/52 G 01 N 33/82 |
| A | <u>DE - A - 2 537 499</u> (WARNER-LAMBERT Co.) * Seiten 1,3,4; Beispiel 1; Ansprüche 1,3 und 5 * --- | 1,4-7 | |
| A | <u>EP - A - 0 007 058</u> (BOEHRINGER MANNHEIM GmbH) * Seite 1, Zeilen 4-10; Seite 3, Zeile 19 bis Seite 4, Zeile 25; Ansprüche 1,3 und 4 * --- | 1,4-7 | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.) C 12 Q G 01 N |
| A | <u>US - A - 4 026 767</u> (C.N. SHIH et al.) * Spalte 2, Zeilen 1-40; Beispiel 1,2; Spalte 4, Zeilen 3-21; Ansprüche 1-3,8,9 * --- | 1-7 | |
| A | <u>US - A - 3 783 105</u> (R.H. MOYER et al.) * Beispiele 1-5; Ansprüche 10,11 * --- | 1,4-7 | KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund C: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument |
| A | <u>FR - A - 2 314 497</u> (C.P. VOGEL et al.) * Seite 1, Zeile 25 bis Seite 2, Zeile 4; Ansprüche 1,2,8 * --- | 1,4-7 | ⋈: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt. | | | |
| Recherchenort | Abschlußdatum der Recherche | Prüfer | |
| Den Haag | 18.03.1982 | GRIFFITH | |

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3) |
|------------------------|---|-------------------|---|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der Maßgeblichen Teile | betrifft Anspruch | |
| A | <u>DE - A - 2 803 955</u> (MILES LABS. Inc.) | | |
| A | <u>DE - A - 2 459 087</u> (IATRON LABS. Inc.) | | |
| A | FETTE, SEIFEN, ANSTRICHMITTEL, Band 75, Heft 6, Juni 1973, V.A. RÖDER: "Enzymatische Analyse - Grundlagen, Fortschritte, Grenzen", Seiten 395-397 | | |
| | ----- | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3) |
| | | | |
| | | | |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.